

УДК 504.3. 054

**В. Є. БЕКЕТОВ**, канд. техн. наук, доц., **Г. П. ЄВТУХОВА**, **О. С. ЛОМАКІНА***Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна

e-mail: [wl\\_bek@mail.ru](mailto:wl_bek@mail.ru)

### **АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ХАРКІВ**

**Мета.** Аналіз та оцінка стану атмосферного повітря м. Харків за період 2010-2015 р.р. на основі даних щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Здійснено оцінку екологічного стану атмосферного повітря в м. Харків. На підставі аналізу результатів спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології досліджена динаміка зміни рівня забруднення атмосферного повітря протягом 2010-2015 рр. Визначено перелік основних забруднюючих речовин (формальдегід, пил, вуглецю оксид, сажа, фенол, азоту двоокис) і внесок кожної з них до загального рівня забруднення атмосфери. Здійснено порівняльний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря в різних районах міста. **Висновки.** Якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці «слабко забруднений». Максимально забруднене повітря у Шевченківському районі м. Харкова. Для поліпшення якості атмосферного повітря в місті пріоритетними слід вважати комплекс заходів щодо зниження викидів від автотранспорту, як основного джерела забруднення атмосфери.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, рівень забруднення, індекс забруднення атмосфери, концентрація забруднюючої речовини, м. Харків

**Beketov V., Yevtukhova G., Lomakina O.***O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

### **ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE AIR POLLUTION LEVEL OF KHARKIV**

**Purpose.** Analysis and assessment of the Kharkov atmospheric air in the period 2010-2015 based on annual observations of air pollution. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** The estimation of the ecological state of atmospheric air in the city of Kharkiv. Based on the analysis of the results of observations of the Kharkiv Regional Center for Hydrometeorology investigated the dynamics of changes in air pollution levels during the 2010-2015 gg. The list of main pollutants (formaldehyde, dust, carbon monoxide, soot, phenol, nitrogen dioxide) and the contribution of each of them in the general level of air pollution. The comparative analysis of the level of air pollution in different parts of the city. **Conclusions.** Air quality in a scale pollution index meets the evaluation "slightly polluted". Maximum air pollution in the Shevchenko district, Kharkov. To improve air quality in the priority should be regarded as a set of measures to reduce emissions from road transport as a major source of air pollution.

**Keywords:** atmospheric air pollution level, air pollution index, concentration of a pollutant, Kharkiv

**Бекетов В. Е., Евтухова Г. П., Ломакина О. С.***Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,*

### **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ХАРЬКОВ**

**Цель.** Анализ и оценка состояния атмосферного воздуха г. Харьков в период 2010-2015 г.г. на основе данных ежегодных наблюдений за загрязнением воздушного бассейна. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Осуществлена оценка экологического состояния атмосферного воздуха в г. Харьков. На основании анализа результатов наблюдений Харьковского регионального центра по гидрометеорологии исследована динамика изменения уровня загрязнения атмосферного воздуха на протяжении 2010-2015 гг. Определен перечень основных загрязняющих веществ (формальдегид, пыль, углерода окись, сажа, фенол, азота двуокись) и вклад каждой из них в общий уровень загрязнения атмосферы. Осуществлен сравнительный анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха в различных районах города. **Выводы.** Качество атмосферного воздуха в городе по шкале индексов загрязнения соответствует оценке «слабо загрязнен». Максимально загрязненный воздух в Шевченковском районе г. Харькова. Для улучшения качества атмосферного воздуха в городе приоритетными следует считать комплекс мероприятий по снижению выбросов от автотранспорта, как основного источника загрязнения атмосферы.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, уровень загрязнения, индекс загрязнения атмосферы, концентрация загрязняющего вещества, г. Харьков

### Вступ

Зменшення антропогенного завантаження на атмосферне повітря в Україні в останні роки є наслідком скорочення обсягів промислового виробництва у всіх регіонах країни. По Харківській області детальний аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин, виконаний в роботах [1,2] показує різке зниження викидів в період 1990-2000 роки і менш значні зміни викидів в 2009 – 2013 роках з тенденцією до збільшення за рахунок викидів від стаціонарних джерел. Викиди від пересувних джерел по області послідовно знижувалися в 2005 – 2013 роках (за винятком 2009 року). У 2013 році в області на частку стаціонарних джерел припадало 64% від загальних викидів, частка автотранспорту становила 32%.

Аналіз структури викидів забруднюючих речовин в атмосферу міста Харкова показує [3], що викиди від автотранспорту становлять понад 90% від загальної кількості викидів. Викиди від стаціонарних джерел

в період 1998 – 2007 роки скоротилися більш ніж в 5 разів, а від пересувних джерел збільшилися майже на 62% (у 2006 році).

Рівень забруднення атмосферного повітря міста Харкова в період 1990-2007 роки послідовно знижувався, про що свідчить динаміка індексів забруднення цього періоду. Найбільш різке зниження індексу спостерігалось протягом 1990 – 1997 років (11,26 – 5,7), у 2007 році індекс забруднення дорівнював 5,03.

За даними Центральної геофізичної обсерваторії Міністерства надзвичайних ситуацій у 2011 році місто Харків в рейтингу найбільш забруднених міст України розташоване на 42 місці з індексом забруднення 3,6 – низький рівень забруднення повітря [3].

**Метою роботи** є аналіз та оцінка стану атмосферного повітря м. Харків за період 2010–2015 р.р. на основі даних щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну.

### Методи досліджень

**Об'єкт та вихідні матеріали досліджень.** Об'єктом дослідження є атмосферне повітря м. Харків. В якості вихідних даних дослідження використовувалися матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Харківської обласної Державної адміністрації - Доповіді про стан навколишнього природного середовища Харківської області, Екологічні паспорти Харківської області за 2012 - 2015 роки.

**Методи аналізу.** Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків виконана за результатами спостережень на стаціонарних постах ХГМЦ з використанням індексу забруднення атмосфери окремою домішкою  $I_i$  (ІЗА) та комплексного індексу забруднення  $I_n$  (КІЗА):

$$I_i = \left( \frac{\bar{q}_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{c_i} \quad (1)$$

де  $c_i$  – константа, яка має значення залежно від класу небезпеки речовини: 1кл. – 1,7; 2кл. – 1,3; 3кл. – 1,0; 4кл. – 0,9. Ця константа дозволяє призвести ступінь шкідливості  $i$ -тої речовини до ступеню шкідливості діоксиду сірки;

$\bar{q}_i$  – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для міста концентрація  $i$ -тої домішки, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_{с.д.}$  – середньодобова гранично-допустима концентрація, мг/м<sup>3</sup>.

$I_i$  використовується для характеристики вкладу окремих домішок в загальний рівень забруднення і для порівняння ступеня забруднення атмосфери різними речовинами.

Комплексний індекс забруднення атмосфери:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (2)$$

де  $n$  – кількість речовин, за якими розраховується індекс забруднення.

Для порівняльної оцінки рівня забруднення атмосфери різних населених пунктів використовують  $I_n$ , який враховує  $I_i$  п'ятьох перших речовин, що контролюються, і мають найбільше значення:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i$$

Критерії оцінки рівня забруднення за  $I_5$  наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Критерії оцінки рівня забруднення повітря

$I_n$	Рівень забруднення
< 2,5	чиста атмосфера
2,5 – 7,5	слабко забруднений
7,6 – 12,5	забруднений
12,6 – 22,5	сильно забруднений
22,6 – 52,5	високо забруднений
>52,5	екстремальне забруднений

Результати досліджень та їх аналіз

Динаміка сумарних викидів забруднюючих речовин по Харківській області, яка представлена на рис. 1 [5 – 7], свідчить про зростання викидів в період з 2010 по 2013 рік та зниження в 2014 р. до рівня 2010 р. При цьому обсяг викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел по області на період 2010–2014 р.р. знизився на 13% (відповідно 129,469 – 112,60 тис. т), від стаціонарних джерел – на 28,4% (відповідно 210,267 – 150,501 тис. т).

По м. Харкову [8 – 10] максимум викидів від стаціонарних джерел припадає на 2012 р. (5,275 т. т.), мінімум – на 2014 р. (4,45 т. т.). Зниження обсягів викидів у 2014 р. становить 15,6% (відносно максимуму) і 8,8% відносно 2010 р.

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Харкова в період 2010 – 2015 рр. [8 – 10] представлені в таблиці 2. Аналіз даних таблиці 2 показує відсутність перевищень рівня 1 ГДК. У першу п'ятірку основних забруднювачів входять наступні домішки: формальдегід, пил, двоокис азоту, фенол (сажа), оксид вуглецю.

Індекси забруднення атмосфери для кожної домішки, які розраховані за формулою 1, представлені на рис. 3 і 4 в період 2010-2015рр. не перевищують значень 0,8 за винятком формальдегіду. Для останнього величина  $I_i$  в 2010-2011рр. досягала максимальних величин – 0,95 і 0,97 відповідно. Мінімальний і стабільно низький внесок в забруднення ( $I_i = 0,13 - 0,16$ ) у розглянутий період припадав на частку діоксиду сірки.

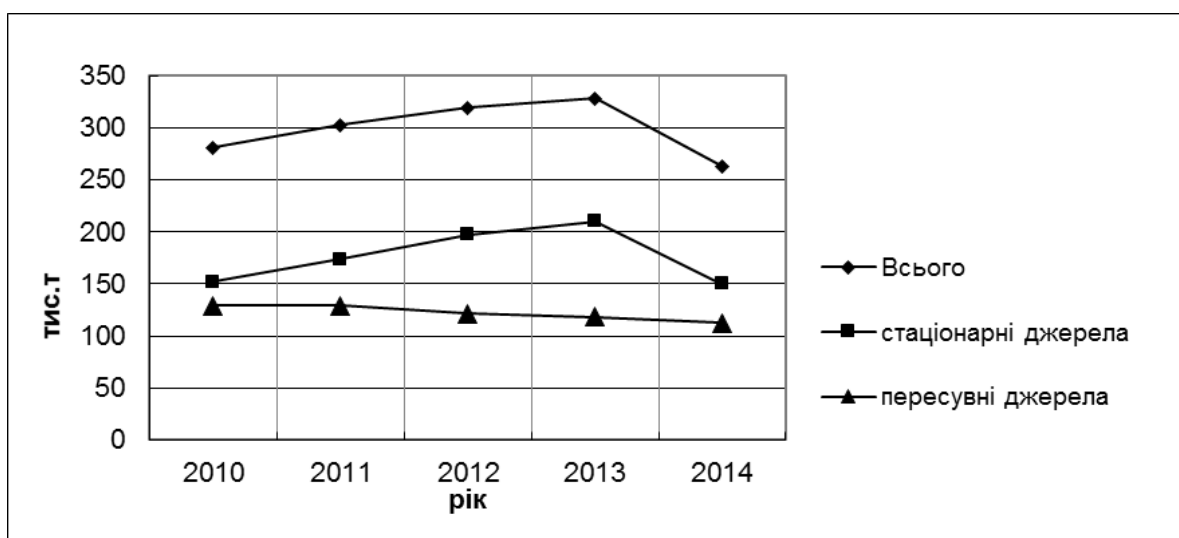


Рис. 1 – Викиди в атмосферу забруднюючих речовин по Харківській області 2010-2014 р.р.

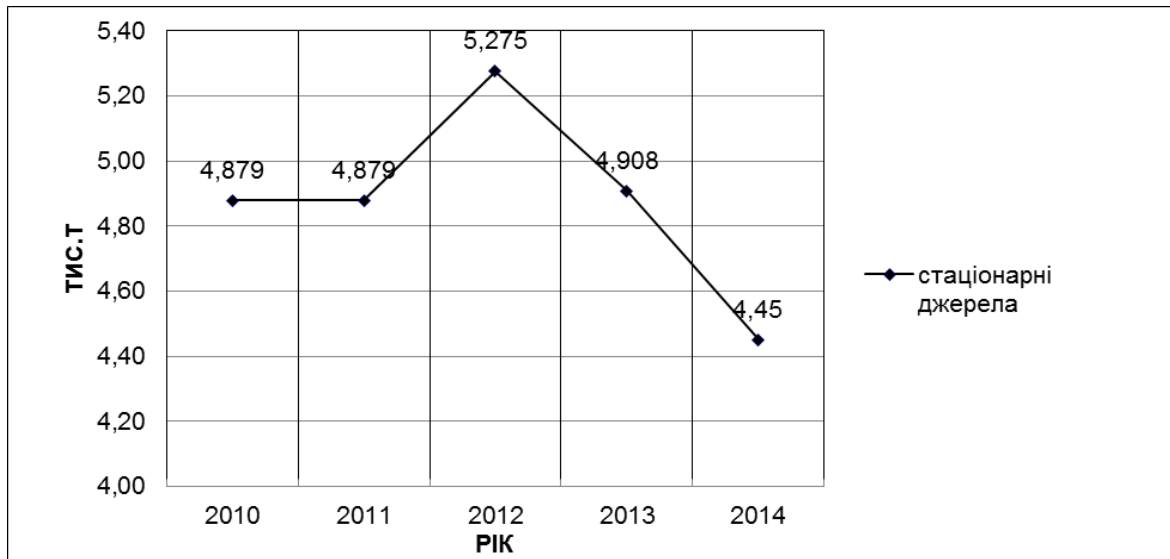


Рис. 2 – Викиди в атмосферу забруднюючих речовин від стаціонарних джерел по м. Харкову за 2010-2014 р.р.

Таблиця 2

Середні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі по м. Харкову

Домішки	середня концентрація											
	2010 рік		2011 рік		2012 рік		2013 рік		2014 рік		2015 рік	
	мг/м <sup>3</sup>	ГДК	мг/м <sup>3</sup>	ГДК	мг/м <sup>3</sup>	ГДК	мг/м <sup>3</sup>	ГДК	мг/м <sup>3</sup>	ГДК	мг/м <sup>3</sup>	ГДК
Пил	0,1188	0,792	0,0956	0,637	0,0903	0,602	0,0701	0,467	0,0961	0,641	0,0945	0,630
Діоксид сірки	0,0067	0,134	0,0075	0,150	0,0074	0,148	0,0073	0,146	0,0072	0,144	0,0078	0,156
Оксид вуглецю	1,5658	0,522	1,8468	0,616	1,9166	0,639	1,9008	0,634	1,9189	0,640	2,0959	0,699
Діоксид азоту	0,031	0,775	0,0303	0,758	0,025	0,625	0,0247	0,618	0,0246	0,615	0,0202	0,505
Оксид азоту	0,0187	0,037	0,0217	0,043	0,0198	0,040	0,0168	0,034	0,024	0,048	0,0194	0,039
Фенол	0,0022	0,733	0,0017	0,567	0,0016	0,533	0,0012	0,400	0,0014	0,467	0,0014	0,467
Сірководень	0,0011	0,138	0,0011	0,138	0,0009	0,113	0,0005	0,063	0,0004	0,050	0,0005	0,063
Аміак	0,0067	0,168	0,077	1,925	0,0088	0,220	0,0067	0,168	0,0039	0,098	0,0044	0,110
Формальдегід	0,0029	0,967	0,0029	0,967	0,0024	0,800	0,0016	0,533	0,0017	0,567	0,0021	0,700
Сажа	0,0243	0,486	0,0273	0,546	0,0344	0,688	0,0148	0,296	0,019	0,380	0,0383	0,766

На рис. 5 значення  $I_9$ , представлені у вигляді нормованої діаграми, що дають уявлення про внесок кожної забруднюючої речовини в загальний рівень забруднення атмосферного повітря Харкова. П'ятірка основних забруднювачів (формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол) вносить щорічно в середньому близько 71% в загальний рівень забруднення, частка внеску інших чотирьох домішок (аміак, оксид азоту, сажа, діоксид сірки) становить близько 29%.

На рис. 6 представлена динаміка зміни індексів  $I_5$  і  $I_9$  атмосферного повітря Харкова. З індексом  $I_5$  Харків бере участь в рейтингу забруднення міст України. Індекс  $I_9$  враховує всі забруднюючі речовини, які контролюються на постах спостереження, і тому більш повно характеризують рівень забруднення атмосферного повітря в місті Харкові. З рис.6 слід, що рівень забруднення атмосфери в період 2010–2013 рр. поступово знижувався, а протягом 2014–2015 рр. навпаки – якість атмосфери погіршувалась. Макси-

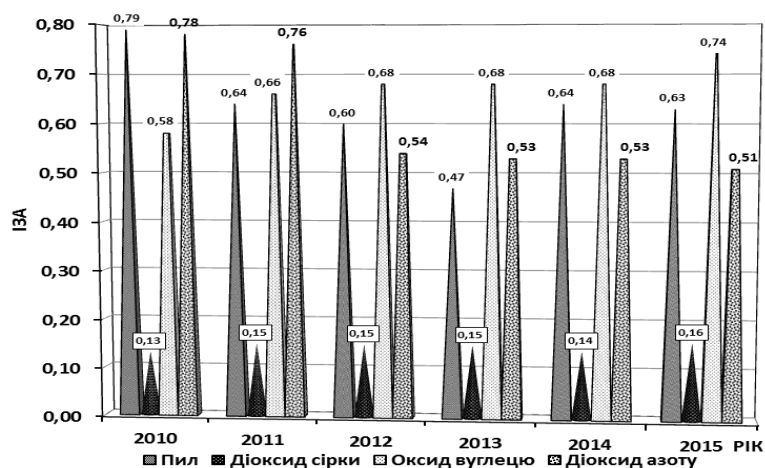


Рис. 3 – Динаміка зміни ІЗА для пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту в період 2010-2015 років

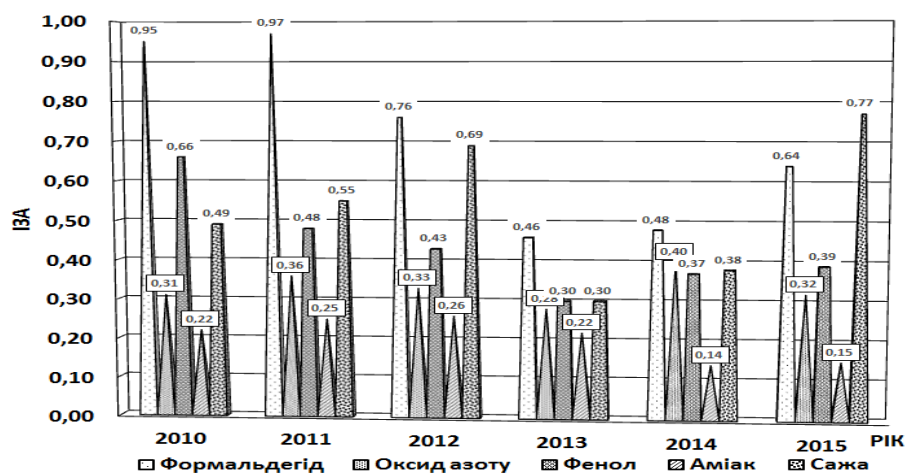


Рис. 4 – Динаміка зміни ІЗА формальдегіду, оксиду азоту, фенолу, аміаку, сажі в період 2010-2015 років

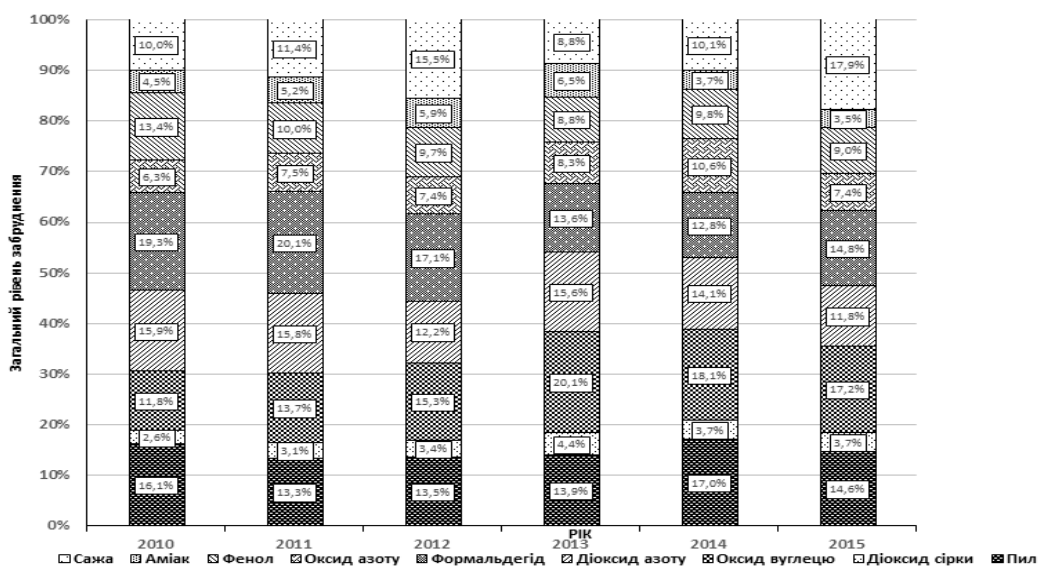


Рис. 5 – Внесок основних забруднюючих домішок в загальний рівень забруднення атмосферного повітря в місті Харків в період 2010-2015 годы

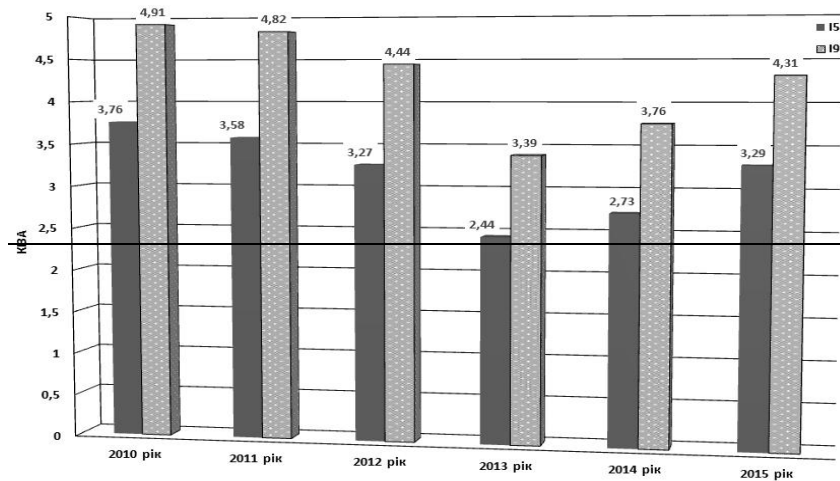


Рис. 6 – Динаміка зміни КІЗА ( $I_5$  і  $I_9$ ) по місту Харків впродовж 2010–2015 років

мально чисте атмосферне повітря спостерігалась в Харкові в 2013 році – індекси забруднення  $I_5$  і  $I_9$  були мінімальними – 2,44 і 3,39 відповідно

Харківський регіональний центр з гідрометеорології проводить спостереження за

забрудненням атмосферного повітря міста Харкова на 10 стаціонарних пунктах спостереження. Схема розташування постів на території міста представлена на рис. 7.



Рис. 7 – Схема розташування постів спостереження в місті Харкові

Порівняння величин індексів забруднення по постах спостереження показує (рис.8), що якість атмосферного повітря в різних районах Харкова значно різниться. Низький рівень забруднення відповідає районам розташування постів спостереження №№ 21, 12, 11. Найчистіше повітря в районі поста № 21 (вул. Луначарського 53, Новоба-

варський район) – індекс забруднення мінімальний – 1,59. Високий рівень забруднення має місце в районах розміщення постів №№ 9, 13, 19. Максимально забруднене повітря по вул. 23 Серпня, 34 (Шевченківський район), пост № 9 – індекс забруднення максимальний – 3,93.



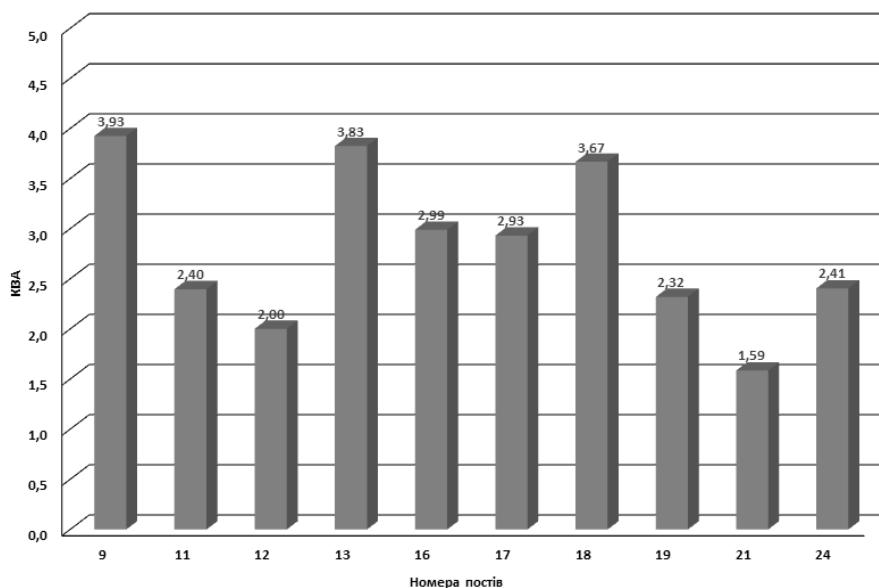


Рис. 8 – КІЗА (середні значення) по постах спостереження за період 2010-2015 рр

### Висновки

Аналіз забруднення атмосферного повітря в Харкові в період 2010-2015рр. показує позитивну тенденцію щодо зниження рівня забруднення в 2010-2013рр. і зростання рівня забруднення в 2013-2015рр. Основними забруднювачами атмосфери міста (понад 70% вкладу) є формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол.

Якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці

«слабко забруднений» (КІЗА = 3,39 – 4,91).

Максимально забруднене повітря по вул. 23 Серпня, 34 (Шевченківський район)

Для поліпшення якості атмосферного повітря в місті пріоритетними слід вважати комплекс заходів щодо зниження викидів від автотранспорту, як основного джерела забруднення атмосфери.

### Література

1. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2014. С. 81-94.
2. Максименко Н. В., Пересадько В. А., Титенко А. В., Кулик М. И. Оцінка атмосферного забруднення, як складова ландшафтно-екологічного планування для прийняття рішень у природоохоронному менеджменті Харківської області // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, № 1147. Серія «Екологія», вип. 12 – 2015. С. 47-57.
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://pandia.ru/text/77/196/43656.php>.
4. Руководящий документ «Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89». – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР, 1991. – 693с.
5. Екологічний паспорт Харківської області, затв. Департаментом екології та природних ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2012 р. URL: [http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Ekologichny\\_pasport\\_Kharkivskoyi\\_oblasti\\_za\\_2012.docx](http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Ekologichny_pasport_Kharkivskoyi_oblasti_za_2012.docx)
6. Екологічний паспорт регіону Харківська область, затв. Департаментом екології та природних

ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2013 р. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/%20%20%20%20%202013.doc>

7. Екологічний паспорт Харківської області, затв. Департаментом екології та природних ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2014 р. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/ekopasport%202014.doc>

8. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2012 році, Харківська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів. URL: [http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/NATs\\_DOP\\_za\\_2012\\_redak.docx](http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/NATs_DOP_za_2012_redak.docx)

9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2013 році, URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/%20%20%20%20%202013%20.doc>

10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2014 році, Харківська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Regionalna%20dopovid%20Kharkivskoi%20obl%20za%202014.doc>.